

# Conception et évaluation participatives des systèmes de culture

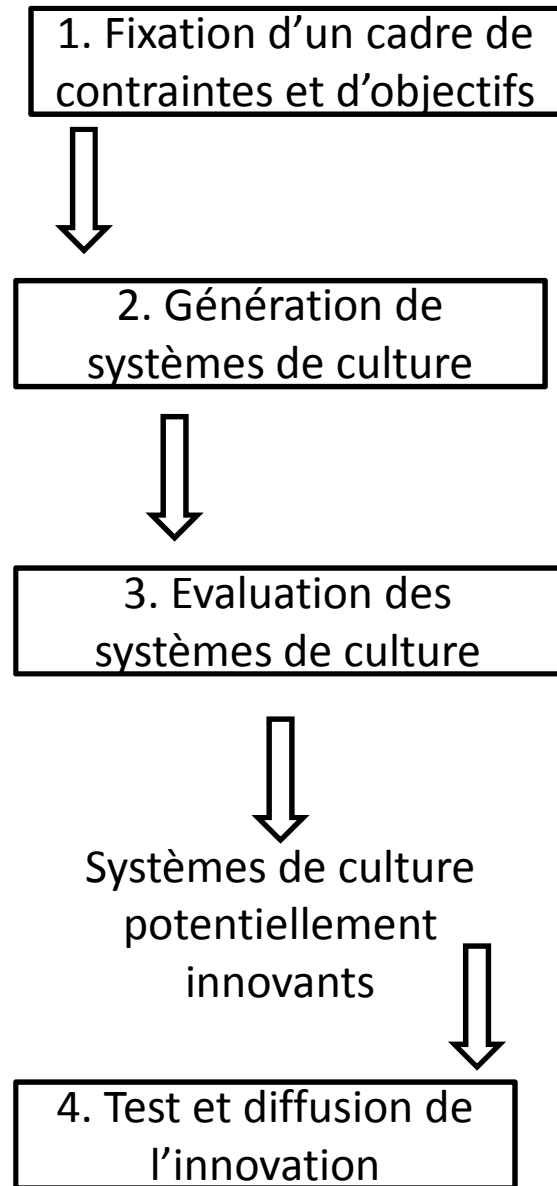
## Le cas de la gestion de l'enherbement en vergers d'agrumes

Photo 'tranches de citrus' : © Régis Domergue



**Fabrice Le Bellec - UPR HortSys**  
**Séminaire d'agroécologie – AGROPOLIS**  
**Montpellier (23/10/2012)**

## Rapide état de l'art - Cadre de conception



Quatre grandes étapes<sup>1</sup>

► Constat : implication des acteurs de plus en plus fréquente pour éviter le schéma 'top down' du transfert de l'innovation.

<sup>1</sup> Loyce et Wery (2006) in *L'agronomie aujourd'hui*

# Rapide état de l'art – La conception, selon Meynard<sup>1</sup>

## Deux approches principales :

1. Conception de systèmes en rupture (conception “de novo”): on cherche à proposer des combinaisons très innovantes de choix techniques qui répondent à de nouveaux objectifs. Deux méthodologiques majeures : La conception assistée par modèle et le prototypage à dire d'expert
2. Conception pas à pas: on améliore progressivement les systèmes existants, en y intégrant les nouveaux objectifs.

► Constat : les frontières entre ces approches sont perméables, les outils de l'une sont souvent mobilisés par l'autre et réciproquement

<sup>1</sup> Meynard, 2012. Ecole Chercheur - Traits fonctionnels et conception des systèmes de culture, Martinique

# Cadre méthodologique retenu dans cet exposé

Approche retenue : 'à dires d'expert', prototypage\*

- ▶ Cadre à privilégier en absence de modèle et
- ▶ Cadre flexible\*\* : **1/ introduction de nos objectifs participatifs à toutes les étapes de la conception et 2/Démarche d'amélioration continue à 3 échelles (parcelle, exploitation et région)**

Travail de Re-conception\*\*\* pas à pas d'une partie du système :

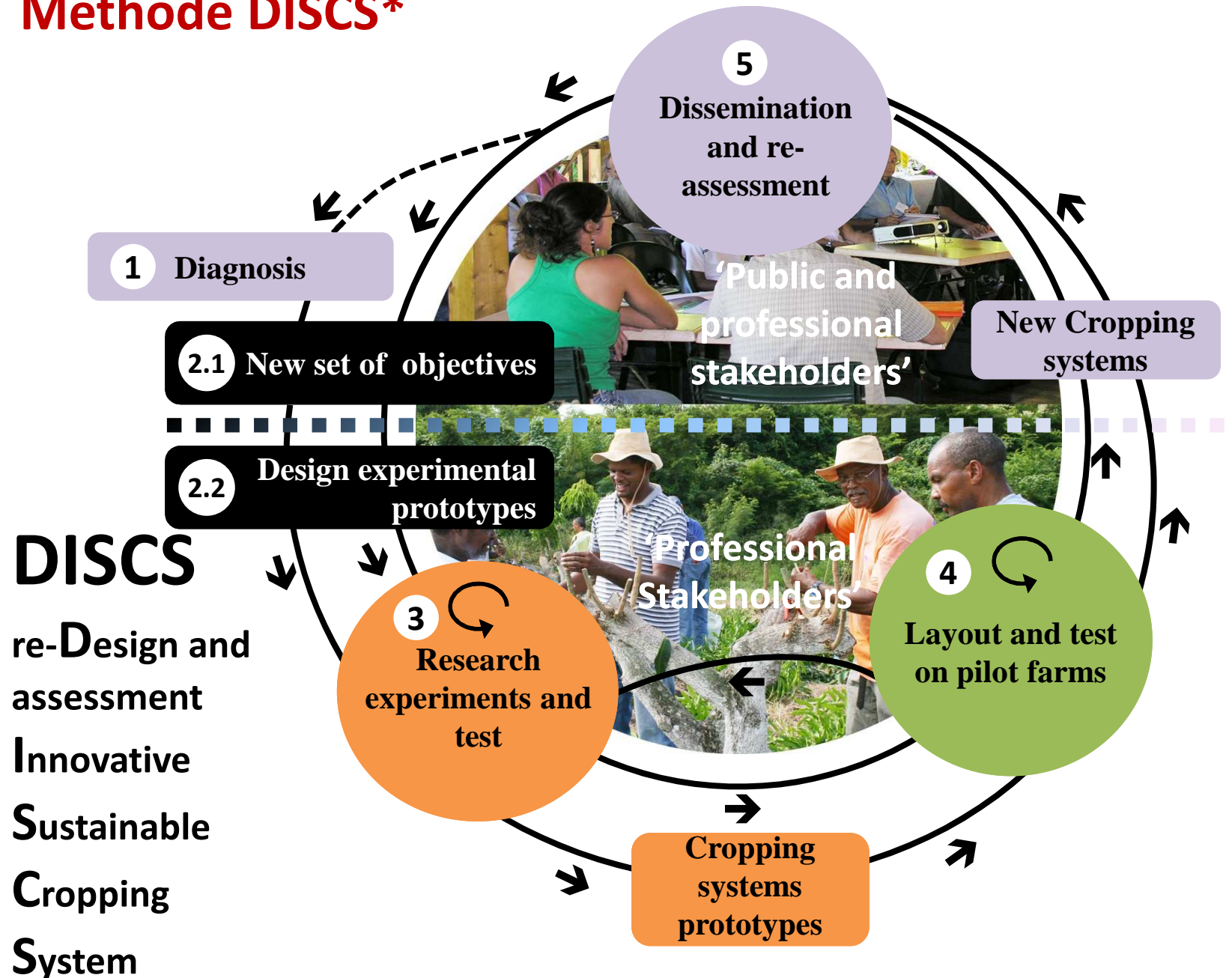
- ▶ Idée de rupture avec le système existant
- ▶ Approche globale
- ▶ Adapté à une **reconception pas-à-pas d'un système de culture pérenne**

\* Vereijken, 1997, *Eur. J. Agron.* 7, 235-250

\*\* Lançon, Wery *et al.*, 2007, *Agron. Sus. Dev.*, 33 5-22

\*\*\* Hill, 2006, in *Industrial ecology and spaces of innovation*

# Méthode DISCS\*



\* Le Bellec *et al.*, 2012. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 703-714



# Travaux participatifs : les acteurs au centre de notre travail

## 2 groupes d'acteurs impliqués :

► **‘Acteurs publics’** : **1 groupe** d'acteurs réunis annuellement lors de séminaires techniques (producteurs, représentants des professionnels et des institutions) et **1 groupe réduit** d'acteurs réunis lors de réunions techniques spécifiques (producteur, consommateur, gestionnaire de parc, service de l'Etat, santé, commerce, formation professionnelle, chercheur).

► **‘Acteurs professionnels’** : acteurs réunis lors de réunions techniques spécifiques (producteurs, technicien, chercheurs).

## Mise en œuvre de la méthode DISCS

### CAS D'ÉTUDE : LE SYSTÈME DE CULTURE AGRUMICOLE EN GUADELOUPE



# Éléments de contexte : une nécessaire diversification des cultures et des systèmes de culture en Guadeloupe

- ▶ **Diversification des cultures** : vers une plus grande autonomie de production locale, diversification de la trésorerie des producteurs...
- ▶ **Crise de la Chloredécone** : recherche de cultures alternatives sur sols pollués
- ▶ **Plan ECOPHYTO** : réduction de l'utilisation des pesticides de 50 % d'ici 2018 donc vers le développement de systèmes de culture plus durables

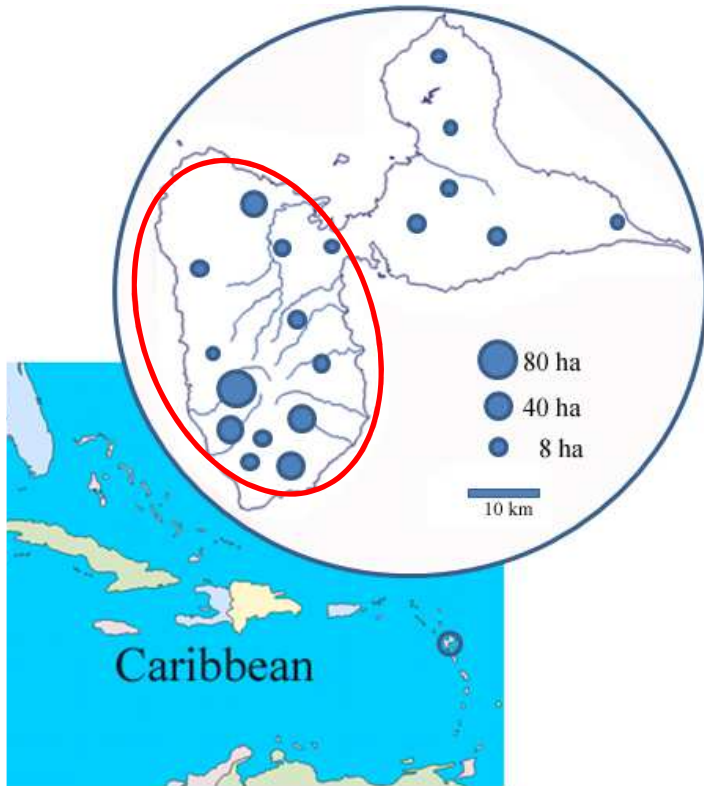
## CULTURE CANDIDATE A LA DIVERSIFICATION : LES AGRUMES

### Ses atouts :

- ▶ **Déjà considérée comme une culture de diversification d'importance**: marché local porteur ( $\pm 1.5$  €/kg) et demandeur (l'offre ne couvre pas la demande :  $\pm 5.000$  t produites et autoconsommées,  $\pm 5.000$  t d'importées).
- ▶ **Crise de la Chloredécone** : Culture non concernée par le transfert du pesticide vers le produit.



# Les agrumes en Guadeloupe



► **Climat tropical humide avec une période de sécheresse + ou – longue** : conditions *a priori* favorables à l'agrumiculture.

► **Surfaces plantées** : 382 ha soit 42 % des superficies dédiées aux cultures fruitières (hors banane). Bassin de production important : l'île de la Basse-Terre, principalement en Côte Sous-le-Vent.

► **Particularité des vergers**: traditionnellement implantés sur les terrains en pente (10 à 50 %).

► **Maladies et ravageurs**: maîtrisable si l'équilibre biologique est préservé.





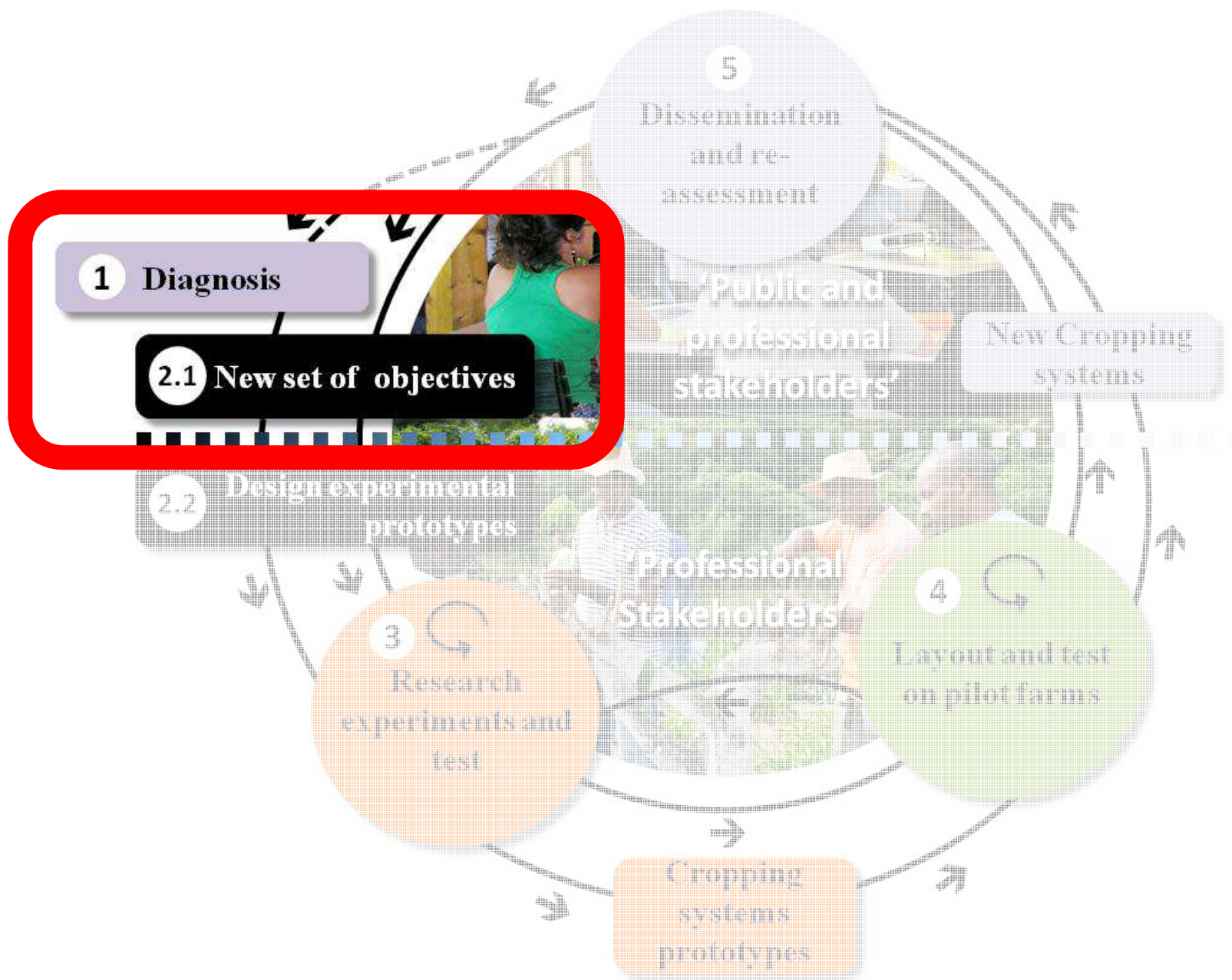
## **Objectifs fixés par la profession (ASSOFWI) :**

- ▶ Doubler les surfaces plantées pour supplanter les importations
- ▶ Développer des systèmes de culture durables en réponse à la demande sociétale.
- ▶ Produire des fruits de qualité et faire reconnaître cette qualité

**L'AGRUMICULTURE CULTURE CANDIDATE,  
OUI MAIS :**



► **En écho au plan ECOPHYTO 2018** : Quelle est la dépendance de l'agrumiculture aux pesticides ? Y a-t-il des marges de progrès, quelles sont-elles ? ....







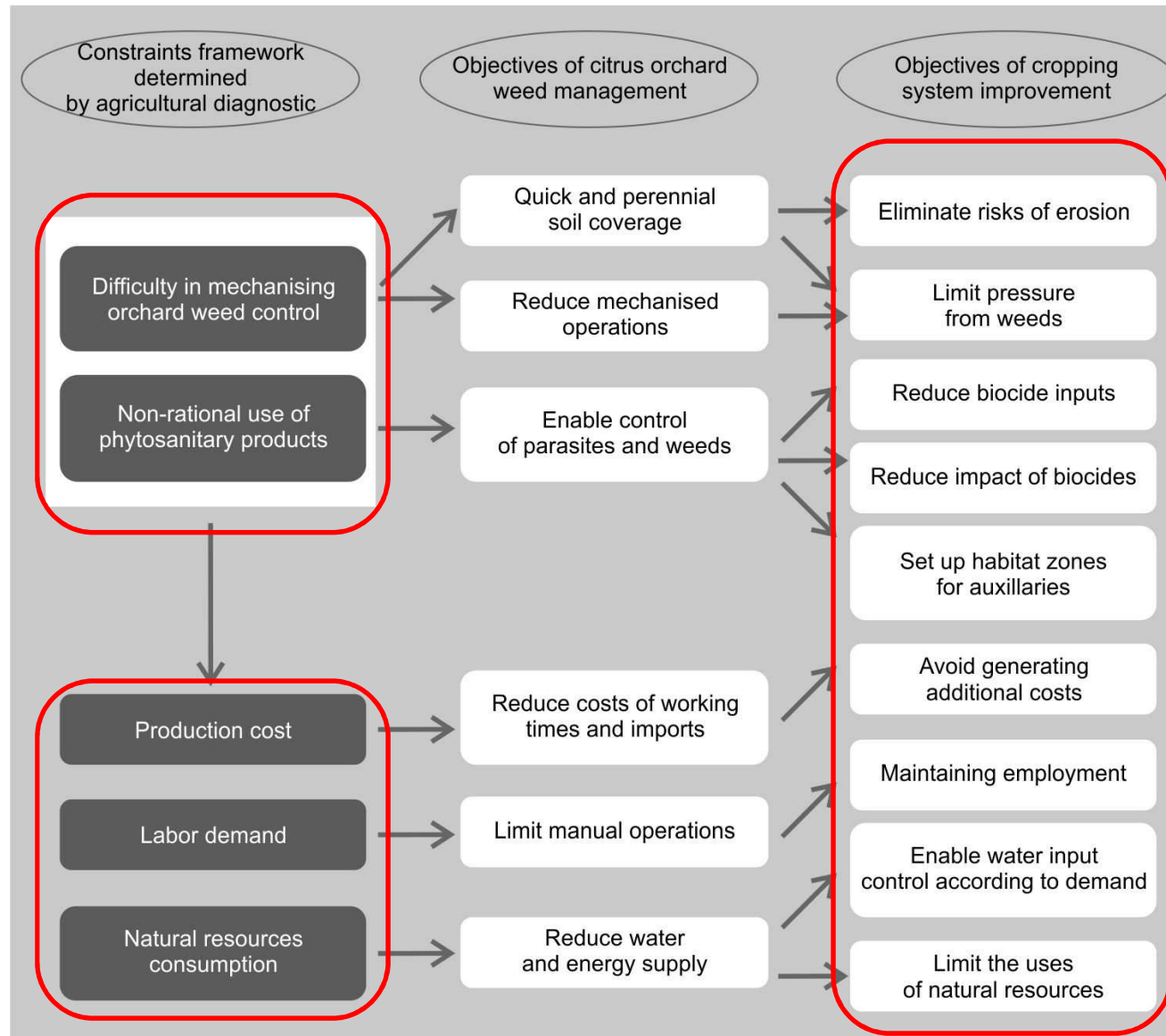
**Principale contrainte identifiée** : impossibilité de mécanisation de l'enherbement (pente et empierrement).

**Principale conséquence** : utilisation importante et fréquente d'herbicides => IFT (Indice de fréquence de traitement) herbicide moyen de 2.19 ayant pour conséquence le dépassement de la dose autorisée du glyphosate par 2/3 des producteurs).

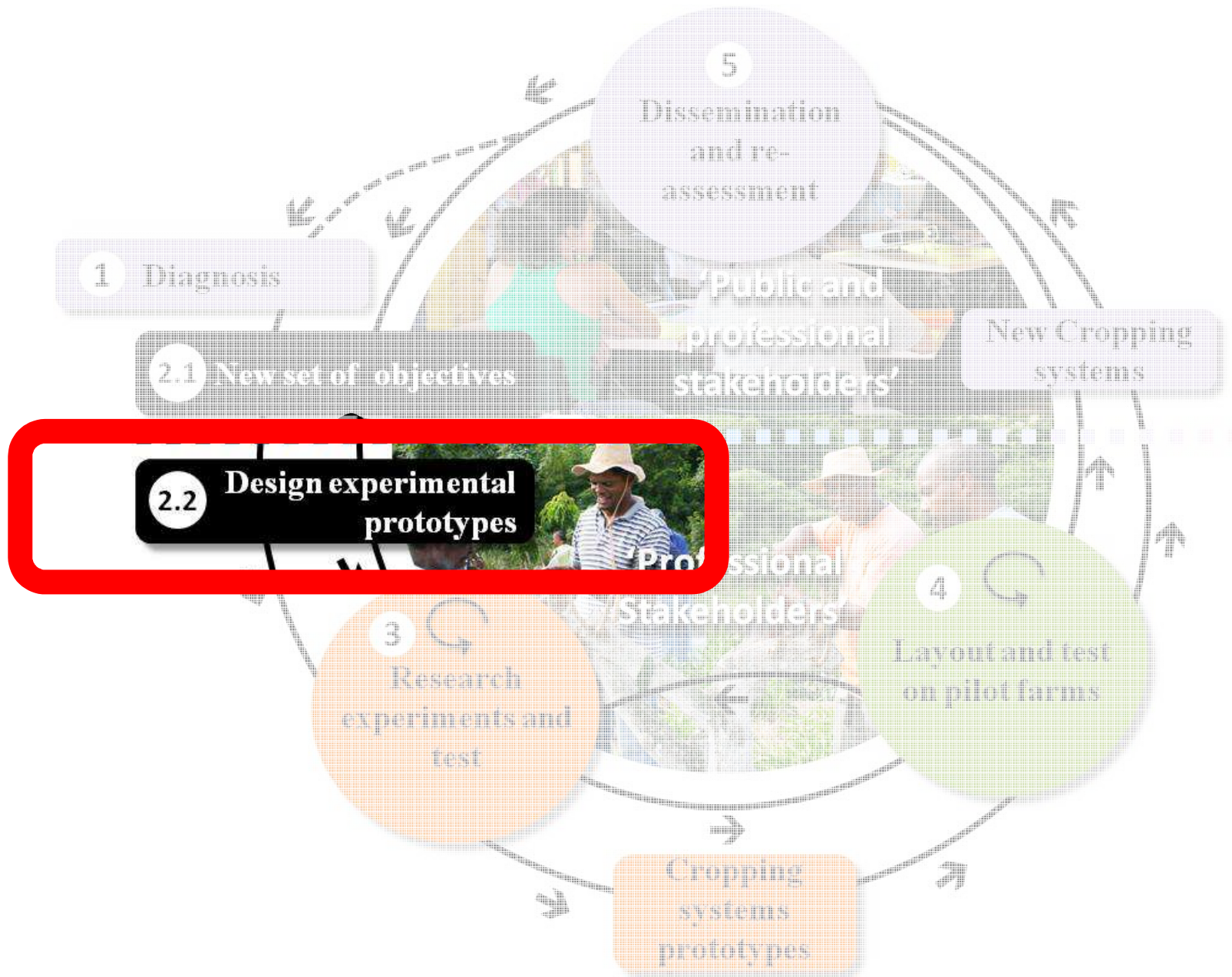


**contraintes  
identifiées...**

**lesquelles sont  
étroitement  
liées à certaines  
conditions de  
culture et /ou  
d'exploitation à  
prendre en  
compte pour y  
répondre**



**Toutes ces conditions ont permis de déterminer avec les acteurs (public et professionnels) des objectifs d'amélioration du système de culture agrumicole guadeloupéen**



# Conception des nouveaux systèmes de culture

**Méthode utilisée : conception participative** (travaux menés en groupe de travail restreint avec les acteurs professionnels).

- ▶ Objectifs du travail : reconcevoir le système de culture sur la base de contraintes observées lors d'un diagnostic.
- ▶ Les acteurs débattent du problème.
- ▶ Les producteurs exposent leurs pratiques actuelles, les contraintes et les solutions d'amélioration possibles.
- ▶ Les chercheurs exposent des résultats de recherches biblio ou d'expérimentation comme pouvant être des solutions aux contraintes du système étudié.
- ▶ Une mise en tension entre les expériences des acteurs débouche sur des propositions de nouvelles pratiques pour répondre aux contraintes.

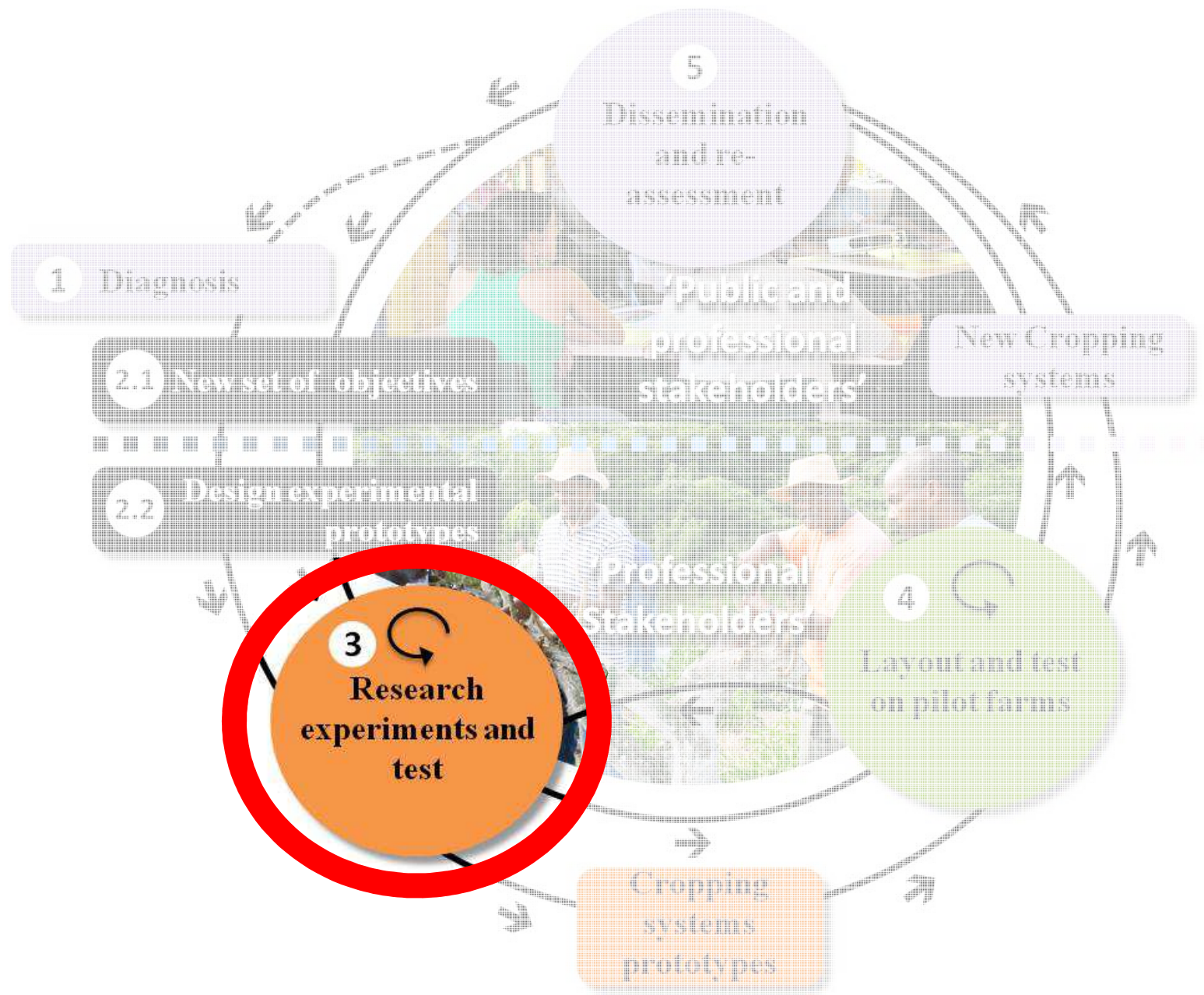
## Cinq prototypes de gestion de l'enherbement co-construits se distinguant entre eux :

- ▶ par la méthode de maîtrise des adventices : chimique, mécanique ou manuelle,
- ▶ par la fréquence d'intervention
- ▶ par l'introduction d'une plante de service (*Neonotonia wightii*)\*.

**\*Le choix de cette plante a été permis grâce à la construction d'une grille d'analyse multicritère pour aider à sa sélection et après un essai au champ avec 5 autres plantes présélectionnées.**



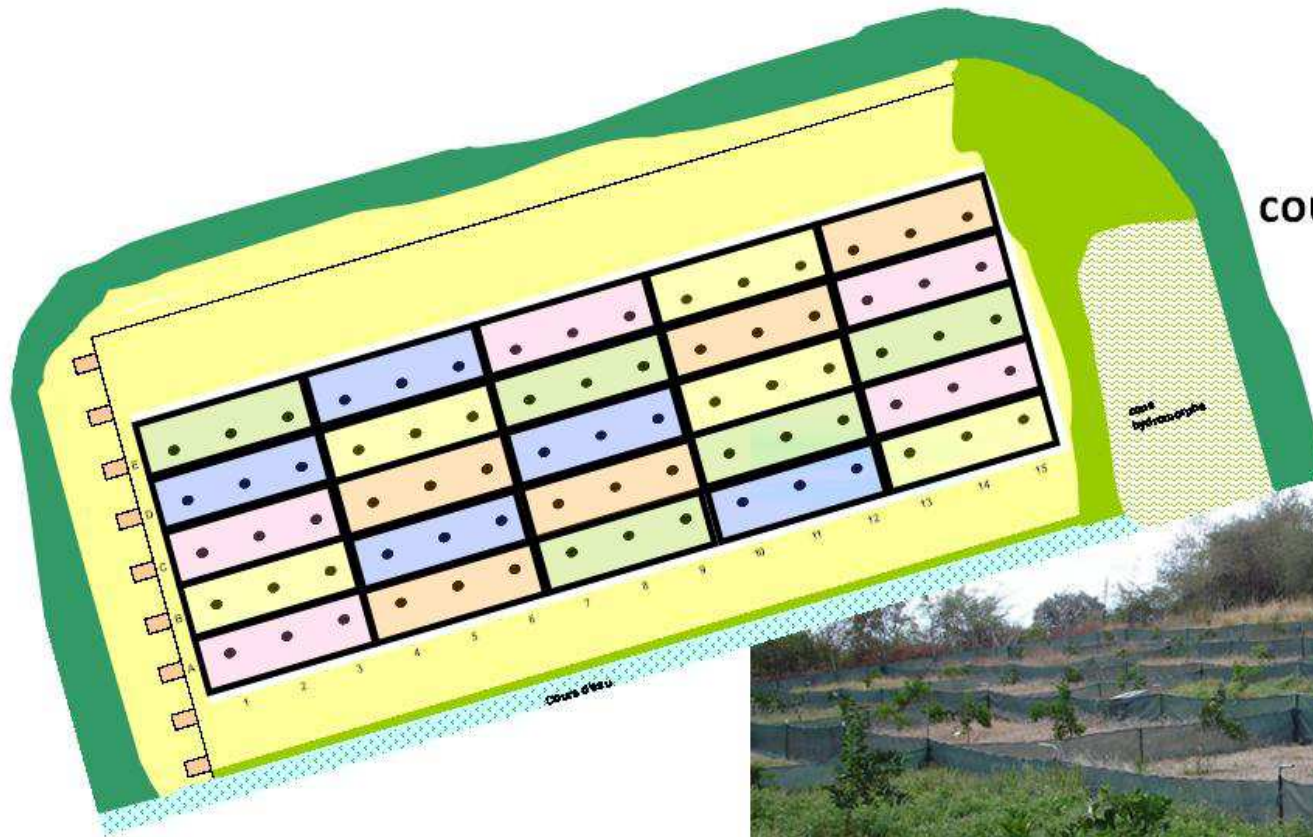






# Dispositif expérimental verger (Oranger valencia/*C. volkameriana*)

Dispositif mis en place 01/2008 (fin 12/2010)



5 prototypes dont un  
représente la pratique  
courante des producteurs

5 blocs, 5 traitements (PE), 5  
répétitions + 1 zone  
écologique témoin, soit 25  
parcelles élémentaires (3  
arbres, 105 m<sup>2</sup>)



# Management des pratiques culturelles

**Méthode utilisée :** approche systémique basée sur un jeu de règle de décision qui :

- ▶ détermine le type et le niveau d'intervention pour chacune des opérations culturelles (gestion de l'enherbement, alimentation hydrique, traitements et fertilisation).

Les conclusions de ces règles reposent :

- ▶ sur les recommandations de l'itinéraire technique de référence\*
- ▶ sur les caractéristiques des 5 prototypes et sur les niveaux de compétition mesurés sur les arbres (lorsqu'une décision est prise pour 1 parcelle élémentaire, les 4 autres répétitions subissent la même décision)

\* De Roffignac, 2008 in Manuel Technique, ASSOFWI

## Exemple d'une règle de décision de management

### Différenciation des apports d'eau en fonction des compétitions

**Objectif :** Maintenir un même niveau de croissance des arbres de tous les prototypes.

#### Méthode utilisée :

- ▶ Dose minimale d'irrigation pour tous les prototypes basée sur les besoin des jeunes agrumes ( $0.85 \times \text{ETP}$ )-Pluviométrie.
- ▶ Règle de décision d'apports supplémentaires basée sur la mesure d'un stress hydrique via un indicateur\* (le diamètre du tronc minimum journalier (dMJ) mesuré par des capteurs de déplacement).
- ▶ Application de la règle de décision : *si valeur dMJ/ 2 jours mesurée est inférieure de 20 % à dMJ/ 2 jours référence alors dose d'irrigation + 20%*



\* Goldammer et al. 1999, J. Agr. Syst. 63: 421-427, 444



# Décision des critères d'évaluation, construction des indicateurs d'évaluation

## Méthode utilisée :

- ▶ **Co-décision des objectifs de l'évaluation avec** les acteurs du groupe 'public'
- ▶ Transformation des objectifs d'évaluation en critères d'évaluation.
- ▶ Sélection, adaptation ou construction d'indicateurs pour répondre aux critères d'évaluation.
- ▶ Agrégation des indicateurs pour faciliter la compréhension des résultats par les acteurs.

## Outils de construction et d'agrégation des indicateurs

Outils de type 'système expert'\* utilisant la logique floue pour éviter les ruptures de classe des valeurs seuils des variables des indicateurs et une agrégation utilisant des règles de décision de type 'SI' et 'SI'... alors 'conclusion' et la méthode d'agrégation de Sugeno\*\*

\* Van der Wef et Zimmer, 1998, *Chemosphere*

\* Tixier et al., 2007, *Eur. J. Agron.*

\*\* Sugeno (1985), *Information Sciences*



Objectifs	Indicateurs	Variables considérées	Unités
Maintenir la performance de la culture	PERF	Santé de l'arbre et croissance du tronc	Score de 0 à 10
Réduire l'utilisation des pesticides	IFT	Dose et surface traitée	Nombre de doses ha <sup>-1</sup>
Raisonner l'utilisation de l'eau d'irrigation	EAU	Apports d'eau	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
Raisonner l'utilisation d'énergie par le système	ENERGIE	Consommations directe et indirecte d'énergie (fertilisants, biocides, pétrole...)	MJ ha <sup>-1</sup>
Raisonner les coûts de production	COUT	Coût de production	€ ha <sup>-1</sup>
Maintenir le niveau d'utilisation de la main d'œuvre	TRAVAIL	Mobilisation de la main d'oeuvre liée au changement de pratique	h ha <sup>-1</sup>
Limitier les risques liés à l'érosion des sols	PERTURB	Fréquence d'entretien de la couverture du sol, taux de couverture et biomasse	Score de 0 à 10
Réduire l'impact des pesticides	IPHY	Caractérisation du sol, des habitats, type d'outil de traitement (son entretien), caractéristiques des matières actives utilisées	Score de 0 à 10

## Exemple : construction de l'indicateur de PERTUBATION de l'agroécosystème

► Objectifs : évaluer 1/ l'impact de la gestion de l'enherbement sur le fonctionnement de l'agrosystème et 2/ les risques érosifs.



► Recherche d'un bio-indicateur de la perturbation de l'agrosystème : les acariens phytoseiidae retenus (données biblio : espèces cosmopolites, sensible aux perturbations, recolonisation rapide, faible déplacement...). VARIABLE : Bio-indicateur (BIOINDIC)

► Hypothèse pour évaluer les risques d'érosion des sols : un sol couvert en permanence et/ou avec une biomasse importante limite les risques. VARIABLES : Taux de couverture du sol (% CS) et Quantité de Biomasse (BIOMAS)

► **Mesure des valeurs des variables sur chaque prototype.**

- BIOINDIC : nombre d'acariens observés par prototype ; Nombre d'interventions sur l'enherbement (fauche, herbicide) = impact sur le bio-indicateur
- % CS : pourcentage de couverture globale moyen par prototype estimé visuellement.
- BIOMAS : mesure de la matière sèche produite par prototype

► **Détermination des valeurs seuils de référence en trois classes.**

- Une classe favorable, valeur de la variable considérée comme 'FAVORABLE'
- Une classe défavorable, valeur de la variable considérée comme 'DEFAVORABLE'
- Une classe intermédiaire, valeur de la variable considérée comme plus ou moins FAVORABLE et plus ou moins DEFAVORABLE (utilisation de la logique floue)

► Détermination des valeurs seuils de référence en trois classes.

	BIOINDIC (nbre d'interventions)	% CS	BIOMAS (t ha <sup>-1</sup> )
FAVORABLE	< = à 1*	> = à 90**	> = à 10**
DEFAVORABLE	> = à 5*	< = à 65	= à 0
Logique floue	de 2 à 4	de 65 à 90	de 0 à 10

\* basé sur les travaux de Mailloux , Le Bellec *et al.*, 2010. *Exp. Appl. Acarol.*, 52:275–290

\*\* Roose, 1994. in FAO 70

## Agrégation des variables par le théorème de Sugeno (1985)

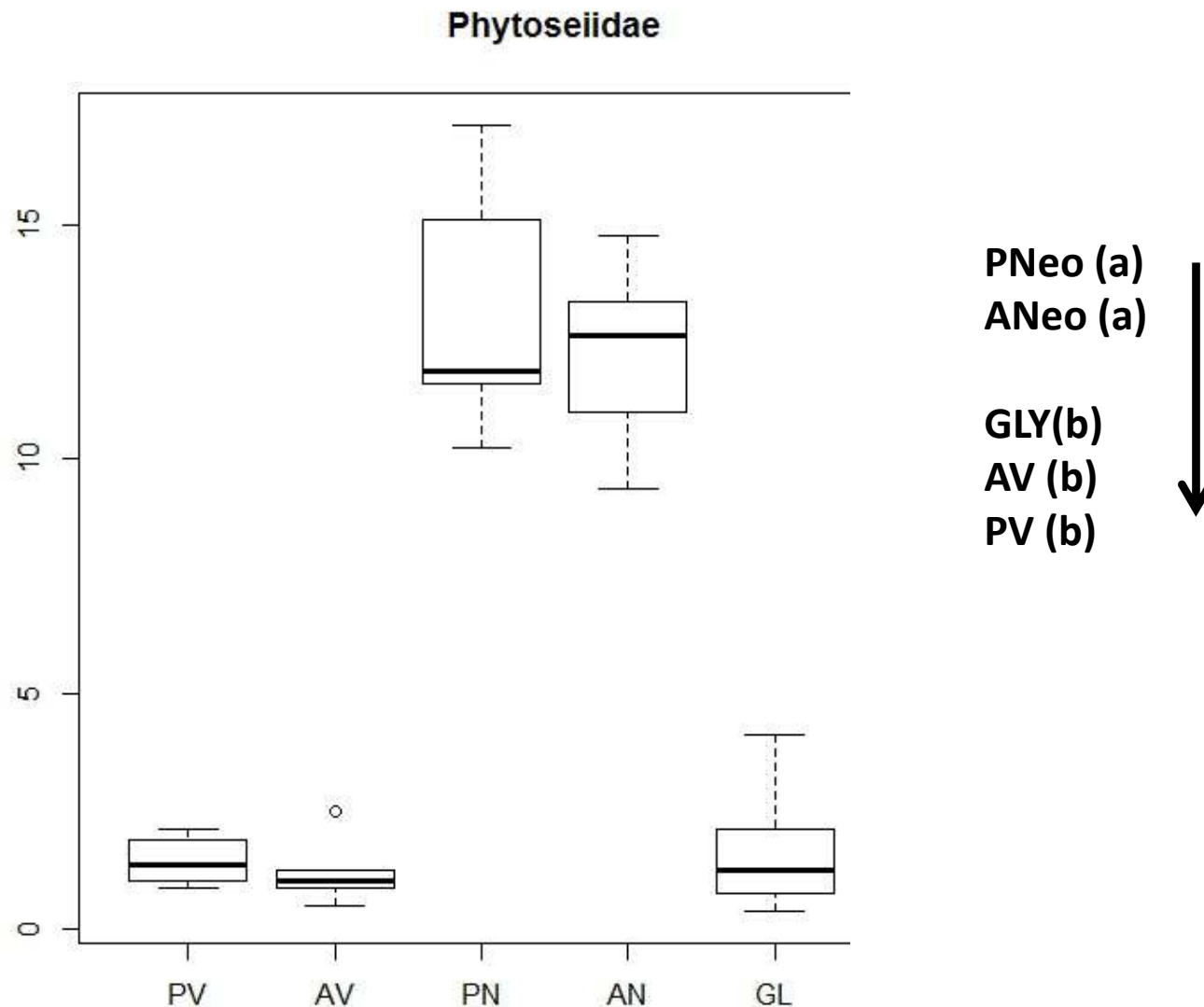
Prend en compte les degrés d'appartenance favorable et défavorable pour chaque variable et utilise des règles de décisions et leur conclusion (notation lisible sur une échelle de 0 à 10).

Condition des variables d'entrée de l'indicateur API				Conclusions des règles
	BIOIND (Nbre d'opérations)	% CS	BIOMAS (t ha <sup>-1</sup> )	Score
Classes	FAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	alors 10
Classes	FAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	alors 8
Classes	FAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	alors 5
Classes	FAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	alors 3
Classes	DEFAVORABLE	FAVORABLE	FAVORABLE	alors 5
Classes	DEFAVORABLE	FAVORABLE	DEFAVORABLE	alors 3
Classes	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	FAVORABLE	alors 3
Classes	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	DEFAVORABLE	alors 0

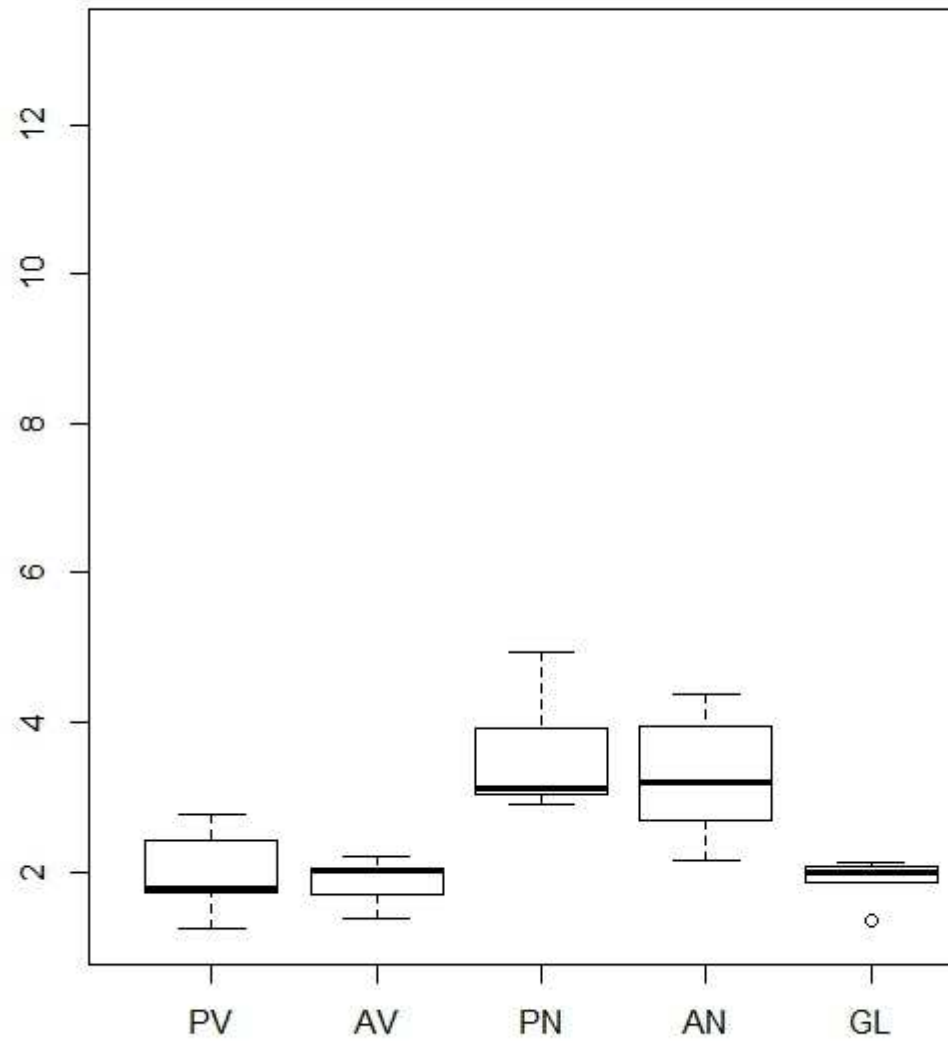


## Exemple de résultats : Prototypes discriminés par les différents indicateurs et par leurs variables constitutives

Variables constitutives de l'indicateurs de PERTURBATION (BIOINDIC)



## Biomasse



PNeo (a)

ANeo (a)

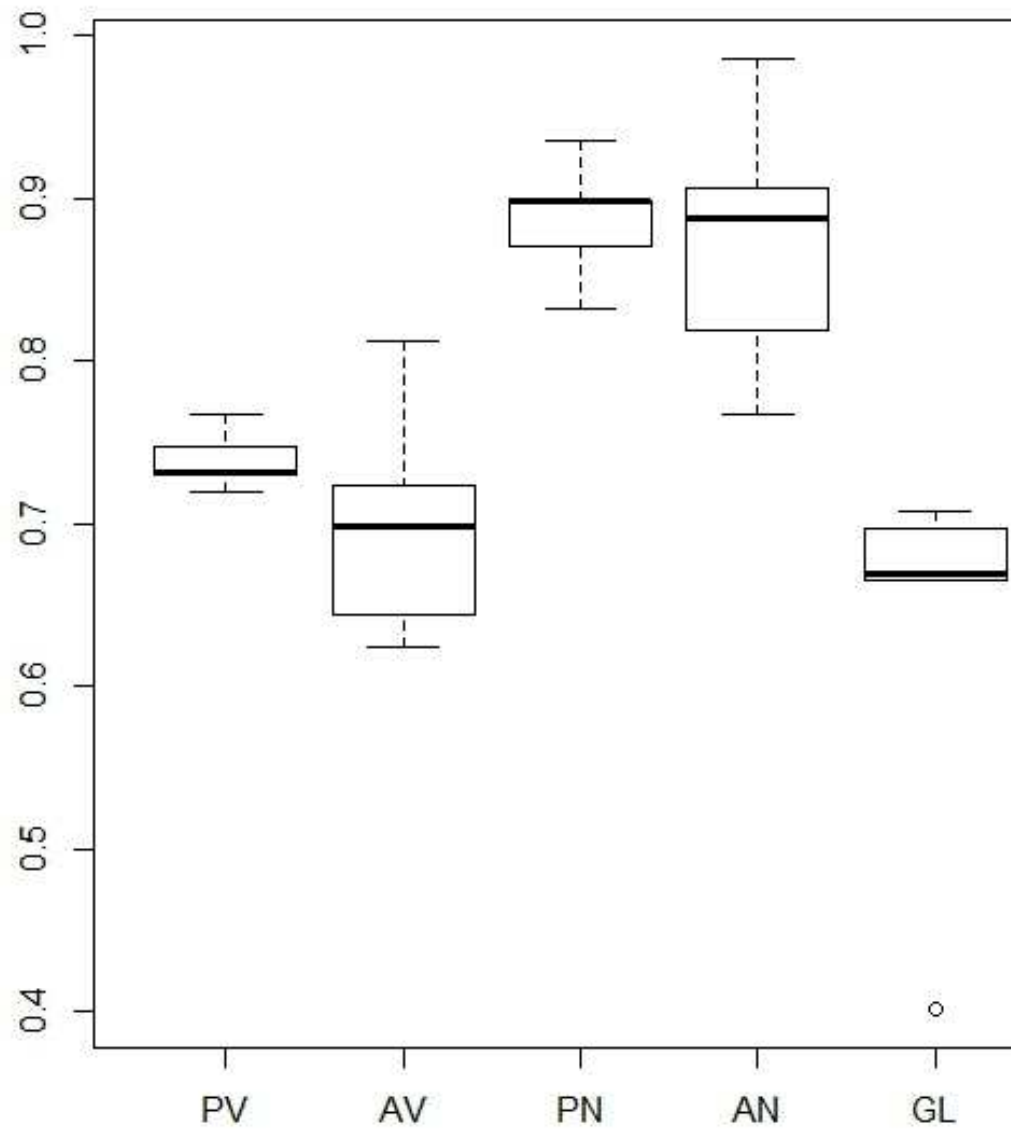
GLY(b)

AV (b)

PV (b)



## Taux de recouvrement



PNeo (a)  
ANeo (a)

PV (b)  
AV (bc)

GLY(bc)



# Résultats de l'évaluation multicritère

	PERF (0 à 10)	IFT (Nbre de doses)	EAU (m³)	ENERGIE (MJ)	COUT (€)	TRAVAIL (h)	PERTURB (0 à 10)	IPHY (0 à 10)
PV	5.0	3.2	5500	13633	1919	126	4.7	6.8
GLY	10.0	5.6	4900	7566	1143	60	1.6	6.7
AV	8.4	3.2	5355	12300	1875	128	4.0	6.8
ANEO	7.2	4.3	5490	6733	1017	41	8.5	6.3
PNEO	3.0	1.3	5825	5066	2069	199	8.6	7.0

Végét. spontanée



Végét. spontanée



Végét. spontanée



Plante de couv.



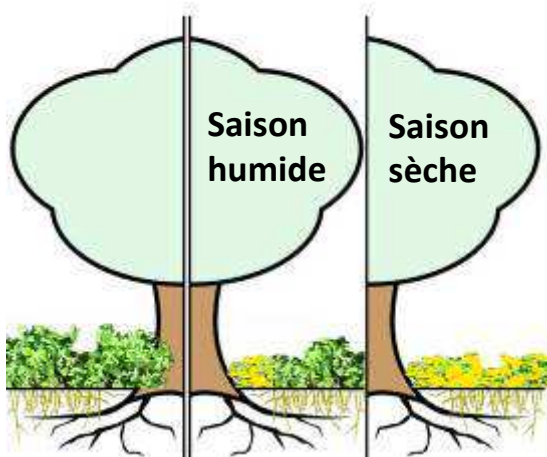
Plante de couv.



## Résultat de l'évaluation finale à l'étape 3

Trois prototypes non viables (PV et PNEO) = PERFORMANCE faible ; GLY = pratique peu respectueuse de l'environnement

ANEO et AV, dans nos conditions d'expérimentation, meilleures alternatives aux pratiques actuelles des producteurs ou préconisées (ITK)



► Tactiques de gestion annuelle [couverture du sol (semée ou spontanée) + rupture annuelle (chimique ou mécanique)]

- permettent de limiter les compétitions
- permettent de limiter les risques érosifs
- redynamisent la banque de semence (favorise la diversité végétale des enherbements) et favorise d'autres services écologiques



## Discussion et perspectives

**La dynamique créée grâce à ce cadre méthodologique DISCS a permis d'initier le processus de reconception du système agrumicole :**

- ▶ de déterminer avec les acteurs les objectifs d'amélioration du système de culture,
- ▶ de co-construire des systèmes de culture innovants,
- ▶ de co-décider des critères d'évaluation de ces systèmes,
- ▶ de tester de nouveaux systèmes de culture et
- ▶ d'évaluer les impacts d'un changement de pratique sur les performances du système de culture

## Comment expliquer cette dynamique ?

- ▶ Une mobilisation et formalisation des savoirs locaux (implication des producteurs).
- ▶ Une mobilisation active des acteurs toutes catégories professionnelles confondues liée à des objectifs communs : le développement durable.
- ▶ Des liens tissés, anciens et entretenus, avec tous les partenaires.
- ▶ Un outil prépondérant : un lieu de rencontre, d'échanges et de formation. Dans notre cas, la station du CIRAD de Vieux-Habitants de par son histoire et son positionnement dans la zone traditionnelle de culture a joué ce rôle.

**▶ Premier coup de théâtre : MAIS, en cours de processus de reconception (fin 2010), ce site a changé de mains suite au retrait du CIRAD de Vieux-Habitants...**

**Quelles en sont les conséquences, où en est le processus de reconception ?**



**L'ASSOFWI, notre partenaire historique, a poursuivi la démarche, pour notamment assurer les changements d'échelle du processus de conception.**

Acquisition de la station de Vieux-Habitants et poursuite des travaux initiés par le Cirad

## **Méthodologie adoptée par l'ASSOFWI**

- ▶ Constitution d'un réseau de producteurs
- ▶ Rédaction avec les producteurs du réseau d'un cahier des charges de production incluant la gestion de l'enherbement par des plantes de services.
  - ▶ Mise en place des parcelles pilotes (en milieu semi-contrôlé sur la station de Vieux-Habitants et réel), la gestion des parcelles est assurée par les producteurs.
  - ▶ Les techniciens de l'ASSOFWI les encadrent et vérifient le bon suivi du cahier des charges.

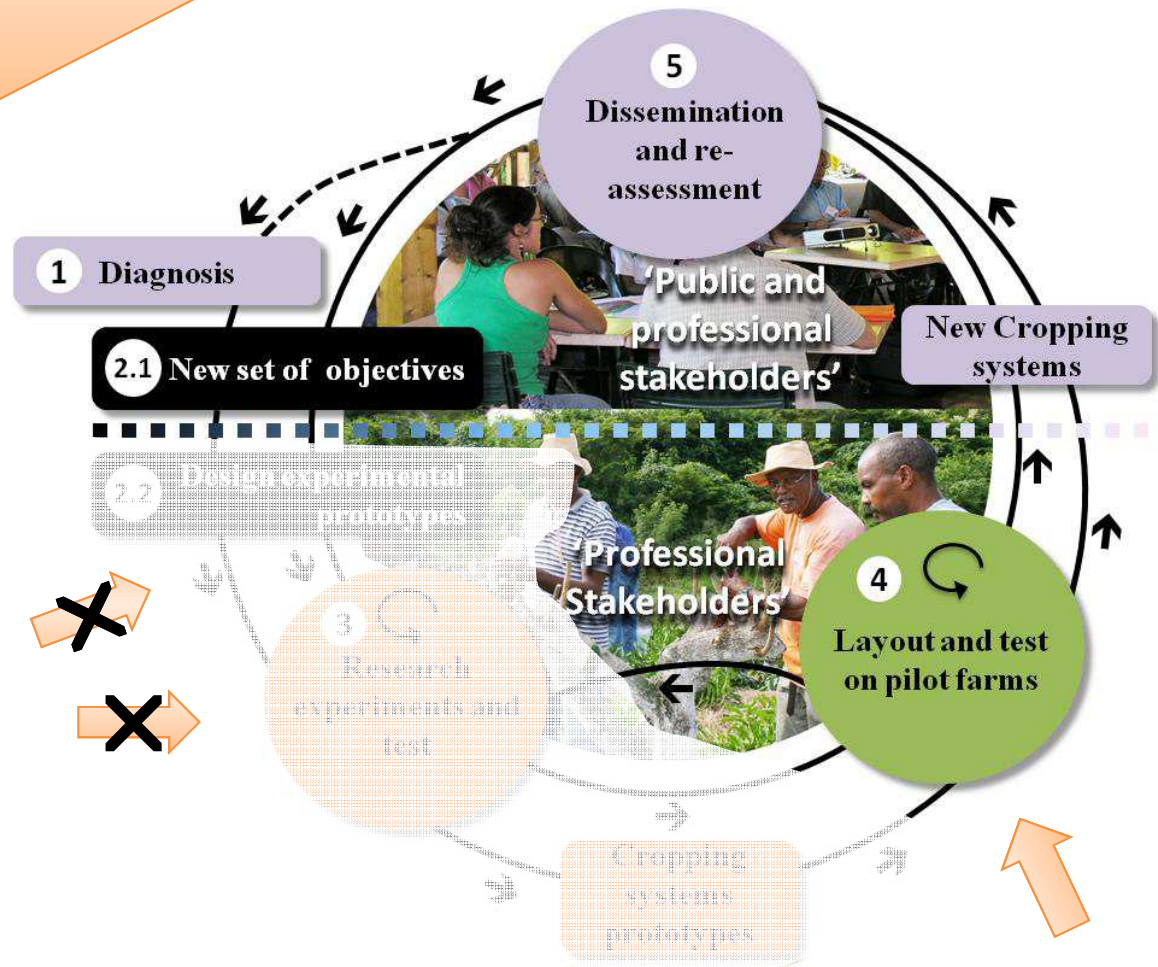
**▶ Deuxième coup de théâtre : Arrivée en 2012 sur la Guadeloupe d'un nouveau bio-agresseur d'importance des agrumes : le Huanglongbing (HLB, ancien Greening)**



1. Nouvelle  
contrainte  
HLB

2. Mobilisation d'un  
groupe d'expert :  
Quelles réponses  
face à ce nouveau  
bioagresseurs?

3. Réponses : a)  
prophylaxie ; b)  
pépinière saine et c)  
renforcer la lutte  
biologique en verger  
pour préserver les  
parasitoïdes des  
vecteurs



4. Actions : a) dépistage et arrachage des plants + au HLB  
b) renforcer le suivi des producteurs (formation aux méthodes lutte  
biologiques dont celles par conservation des habitats pour fournir des refuges  
et de la nourriture alternative aux parasitoïdes des psylles vecteurs du HLB)  
c) Encadrer et les pépiniéristes



# Merci à tous les acteurs pour leur implication...

**‘Acteurs publics’** : producteurs, représentants des professionnels et des institutions et ceux du **groupe d’expert** : J.M. Petit (agriculteur), H. Magnin (Parc national), S. Rocq (service de l’Etat), V. Renard-Le Bellec (Formation), S. Robert (consommateur), H. Ozier-Lafontaine (recherche), H. Joseph (santé) et B. Sinitambirivoutin (OP commerciale).

**‘Acteurs professionnels’** : I. Vouteau (agriculteur), F. Bourseau (agriculteur), R. Beauvarlet (agriculteur), L. de Roffignac (Assofwi)



**Avec une mention particulière pour les membres de l’ASSOFWI qui poursuivent ce travail...**

